

**PRODUCTION OF AMORPHOUS CONSTANT-PERMEABILITY CORE**

Patent Number: CN1050109  
Publication date: 1991-03-20  
Inventor(s): JIAJI ZHANG (CN)  
Applicant(s): METALLURG I SHOUDU IRON & STEE (CN)  
Requested Patent: ☐ CN1050109  
Application Number: CN19890106984 19890903  
Priority Number(s): CN19890106984 19890903  
IPC Classification: H01F1/153; H01F41/02  
EC Classification:  
Equivalents: CN1020171B

---

**Abstract**

---

A series of amorphous constant-permeability cores is produced by selecting Fe-based and Fe-Co-based amorphous alloys, which are passed through annealing in a horizontal magnetic field. The maximum constant permeance is 1.6, 4, 6.4 and 12A/cm, corresponding to linear permeability of 4000, 1600, 1000 and 500 respectively. In the present invention, the method that the contents of Co, Ni and Mn in the material are controlled for different anisotropic constant  $K_u$  of magnetic induction is adopted. The cores have great  $B_s$  value (greater than 1.43T) and excellent HF characteristics, i.e. their low HF loss results in maximum operation frequency as high as 400 KHz. Then, they are suitable for inductance components for HF filtration and energy storage under medium and small power.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 中华人民共和国专利局

(11) 公开号 CN 1050109A



# (12) 发明专利申请公开说明书

(21) 申请号 89106984.4

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>

H01F 1/153

(43) 公开日 1991年3月20日

(22) 申请日 89.9.3  
(71) 申请人 首都钢铁公司冶金研究所  
地址 北京市德外小营  
(72) 发明人 张家骥

(74) 专利代理机构 首都钢铁公司专利代理事务所  
代理人 牛照祥

H01F 41/02

说明书页数: 6 附图页数:

(54) 发明名称 恒导磁非晶态磁芯制法

(57) 摘要

本发明属于软磁非晶态材料及其磁芯制作工艺。该发明选用 Fe 基和 Fe-Co 基非晶合金, 通过横向磁场退火制成恒导磁非晶磁芯系列。该系列的最大恒导磁场  $H_{max}$  分别为: 1.6、4、6.4 和 12A/cm, 它们的线性导磁率相应为 4000、1600、1000 和 500。本发明是采用控制 Co、Ni 和 Mn 元素的含量, 使材料产生不同磁感生各向异性常数  $K_u$  的方法。该磁芯系列具有高的饱和磁感  $B_s$  值 (大于 1.43T), 低的高频磁芯损耗, 优良的高频特性, 其最高工作频率可达 400KHz。适用于中小功率的高频滤波和贮能电感器件。

(BJ) 第1456号

## 权 利 要 求 书

1. 软磁非晶态材料及其磁芯制法, 其特征在于化学成份(重量%)为:  
Ni 2~3, Co 2~8, Mn 0~2, Si 6~10, B 12~15, Fe  
余量, 使用真空冶炼的母材, 用单辊法制成规定宽度的非晶带材, 绕成环形或  
跑道形铁芯, 然后在纯氮或氩气气氛中进行横磁退火处理, 其横磁磁场强度为  
300 A/cm。

2. 根据权利要求1所述的制法, 其特征在于横磁退火工艺为: 加热温  
度440~460℃, 保温时间0.5~1.5小时。

3. 软磁非晶材料及其磁芯制法, 其特征在于化学成分(重量%)为:  
Ni 2~8, Co 12~20, Mn 0~2, Si 6~10, B 12~15,  
Fe 余量, 使用真空冶炼的母材, 用单辊法制成规定宽度的非晶带材, 绕成环  
形或跑道形铁芯, 然后在纯氮或氩气气氛中进行退火处理, 其横磁磁场强度为  
300 A/cm。

4. 根据权利要求3所述的制法, 其特征在于横磁退火工艺为: 加热温  
度440~460℃, 保温时间0.5~1.5小时。

5. 软磁非晶材料及其磁芯制法, 其特征在于化学成分(重量%)为:  
Ni 2~8, Co 22~32, Mn 0~2, Si 6~10, B 12~15,  
Fe 余量, 使用真空冶炼的母材, 用单辊法制成规定宽度的非晶带材, 绕成环  
形或跑道形铁芯, 然后在纯氮或氩气气氛中进行横磁退火处理, 其横磁磁场强  
度为300 A/cm。

6. 根据权利要求5所述的制法, 其特征在于横磁退火工艺为: 加热温  
度420~440℃, 保温时间0.5~1.5小时。

7. 软磁非晶材料及其磁芯制法, 其特征在于化学成分(重量%)为:  
Ni 2~8, Co 36~46, Mn 0~2, Si 4~8, B 10~14, Fe

余量，使用真空冶炼的母材，用单辊法制成规定宽度的非晶带材，绕成环形或跑道形铁芯，然后在纯氮或氩气气氛中进行横磁退火处理，其横磁磁场强度为  $300\text{ A/cm}$ 。

8. 根据权利要求7所述的制法，其特征在于横磁退火工艺为：加热温度  $370\sim 390^{\circ}\text{C}$ ，保温时间  $1\sim 2$  小时。

## 恒导磁非晶态磁芯制法

本发明属于软磁非晶态材料及其磁芯制作工艺。

原有恒导磁磁芯材料均采用带气隙铁氧体、磁粉芯和恒导磁坡莫合金。主要用于高频滤波和贮能电感器件。前两种材料由于导磁率低、铁芯体积重量大，不适于电子器件的高效化小型轻量化的要求，特别是在小功率小电流的情况下，这种缺点更为突出。

通常使用的恒导磁坡莫合金磁芯，例如1J66、1J34H、1J34KH的恒导磁场范围分别为 $0\sim 1.2$ 、 $0\sim 7$ 、 $0\sim 16\text{A/cm}$ ，合金中含有大量的贵重金属Ni和Co，例如，1J34H的化学成分为(at%) Ni34、Co29、Mo3。退火工艺较复杂，需要 $1200^{\circ}\text{C}$ 高温氢气退火和 $700^{\circ}\text{C}$ 横磁退火两道退火工序，这些坡莫合金的主要缺点是电阻率低，高频损耗高，而且高频磁性较差。

到目前为止，除1985年日本开发出带气隙的非晶电感磁芯之外，尚没有作为电感的恒导磁非晶闭路磁芯。

本发明所研制的新型恒导磁非晶磁芯材料是以铁为基本成分，同时加入了少量的Co、Ni、Mn、Si、B等元素，这样可以保持高的饱和磁感值 $B_s$ 和低的成本，同时具有高的电阻率（大于 $130\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ），优良的高频磁性、低铁损和小的矫顽力。

在合金元素中，Co、Ni、Mn可以在不严重降低 $B_s$ 的条件下，提高非晶的磁感生各向异性 $K_u$ 。Si和B元素是非晶形成元素，同时，还可以用来调节晶化温度和 $B_s$ 值，以利于退火工艺的制定。

本发明采用横向磁场退火的方法获得恒导磁特性的。本合金系列的特征是通过调节合金中Co、Ni和Mn的含量，用以控制合金的磁感生各

向异性常数  $K_u$ ，以便获得不同恒导磁场范围的材料，形成一个恒导磁非晶合金系列。

采用真空熔炼炉冶炼并铸成棒状母材，根据系列中最大恒导磁场的不同要求，其母材的化学成分是不同的，详细非晶合金系列的化学成分列于表1。表中恒导磁非晶系列为AI系列，它以最大恒导磁场  $H_{max}$  的数字作为合金档次的标誌。

表1

牌 号 档 次	最大恒导磁场		化 学 成 分 at%					
	Oe	A/cm	Ni	Co	Mn	Si	B	Fe
AI-2	≤2	≤1.6	2~8	2~8	0~2	6~10	12~15	余
AI-5	5	4	2~8	12~20	0~2	6~10	12~15	余
AI-8	8	6.4	2~8	22~32	0~2	6~10	12~15	余
AI-15	15	12	2~8	36~46	0~2	4~8	10~14	余

用单辊法制出所要求宽度的非晶带材，然后卷绕成环形或跑道形磁芯。

本发明对不同的合金档次和化学成分，采用了不同的横向磁场退火工艺。具体工艺参数列于表2，所有横磁退火的外加磁场强度为  $300 A/cm$ ，并且在纯氮或氩气气氛中保护退火，表面应保持不被氧化。

表2

牌 号 档 次	退 火 工 艺 参 数			
	加热温度℃	保温时间hr	冷却方式	保护气氛
AI-2	440~460	0.5~1.5	炉 冷	纯 $N_2$ 或 Ar
AI-5	440~460	0.5~1.5	"	"
AI-8	420~440	0.5~1.5	"	"
AI-15	370~390	1~2	"	"

本发明研制的恒导非晶磁芯具有良好的综合磁特性。表3示出了四个档次的磁芯的交直流磁特性。作为参考比较，表中同时列出了现用Mo坡莫磁粉芯、FeSiAl粉芯、铁氧体和恒导坡莫合金磁芯的磁性。

由表3可看出，本发明研制非晶磁芯的饱和磁感 $B_s$ 和导磁率远高于磁粉芯和铁氧体。而在磁芯损耗和高频特性方面优于恒导磁坡莫合金磁芯。

由于磁粉芯和铁氧体的饱和磁感值 $B_{100}$ 较小，在相同恒导磁磁场范围的情况下，其导磁率仅为本发明磁芯的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ ，因此，在相同电参数的工作条件下，本发明的磁芯体积只为磁粉芯和铁氧体的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 。并且新磁芯的损耗和温升均降低。

由表3还可以看出，新磁芯的高频损耗大大低于恒导磁坡莫合金磁芯，这样使原来恒导坡莫合金磁芯的最大工作频率50KHz，提高到新磁芯的400KHz。

由于本发明研制的恒导非晶磁芯是以铁为基的，而且退火工艺简单，因此其成本和价格优于恒导坡莫合金，适于大批量生产。在性能/价格比方面本发明的磁芯产品可与铁氧体和磁粉芯相竞争。

#### 实施例1

用真空炉冶炼出Al-5非晶合金母材，其化学成分为(a-t%) Co12、Ni6、Si9、B13，按上述制法制成5mm宽非晶带，卷绕成 $\Phi 16/26 \times 5$ 环形磁芯，经460℃30min的横磁退火后获得 $B_s=1.46T$ 、 $P_{0.5/20K} 0.14W/Kg$ 的磁特性，在4A/cm的直流偏场下获得1KHz的交流导磁率 $\mu_s$ 为 $2.38 \times 10^{-6} H/M$  (190Gs/Oe)。  
当工作频率由1KHz至100KHz变化时，其 $\mu_s$ 的相对变化为

表3

性 能 \ 材 料 种 类	AI-2	AI-5	AI-8	AI-15
饱和磁感 $B_{100}$ (T)	1.45	1.46	1.45	1.43
最大恒导磁场 $H_{max}$ A/cm	1.6	4	6.4	12
交流导磁率 $\mu \times 10^{-6}$ H/M (括号为 $G_s/Oe$ )	6.25 (5000)	2.25 (1800)	1.38 (1100)	0.69 (550)
磁芯损耗 $P_{0.5}/20K$ W/kg ( $B_m=0.05T$ ) ( $f=20KHz$ )	0.15	0.14	0.37	0.67
磁芯损耗 $P_1/50K$ W/kg ( $B_m=0.1T$ ) ( $f=50KHz$ )	2.8	2.72	5.2	8.8
矫顽力 $H_c$ A/cm	0.04	0.04	0.10	0.15
合适工作频率 $KHz$	<450	<450	<400	<400



接表 3

2% Mo坡莫 磁粉芯(美)	Fe-Si-Al 磁粉芯(日)	铁氧体H63 带气隙(日)	恒导坡莫合金 1J34H 0.03 mm厚
0.6	0.46	0.5	1.46
6.4	—	6.4	6.4
0.38 (300)	0.08 (60)	0.38 (300)	1.38 (1100)
			1.51
PI/25K 12.8 $B_m=0.1T$ ( $f=25KHz$ )	PI/25K 115 $B_m=0.1T$ ( $f=25KHz$ )	PI/25K 5.8(无气隙) $B_m=0.1T$ ( $f=25KHz$ )	25.4
0.4	0.08	0.16 (无气隙)	0.4
<800	<800	<300	<50

1.9%, 在30KHz 频率下的品质因数为18.4。

### 实施例2

将AI-8真空冶炼成母材, 其成份为(at%) Co22、Ni16、Si9、B13。用单辊法制出5mm宽带材, 卷绕成 $\Phi 10/16 \times 5$ 的磁环, 然后经440℃30min横磁退火, 获得如下交直流磁特性:  $B_s = 1.45T$ ,  $P_{0.5/20K} = 0.37W/cm^2$ , 在6.4A/cm的直流偏磁场下交直流叠加导磁率 $\mu$ 为 $1.31 \times 10^{-5} H/M (1050Gs/Oe)$ , 在该磁环上绕成线径为0.3mm铜线64匝, 测得初级电感量L为1.42mH, 用于输出为 $\pm 15V$ 、0.2A工作频率为25KHz的模块开关电源的滤波电感其纹波电压 $< 1mV$ 。